

# PENGARUH PERBAIKAN PENGELOLAAN LALULINTAS INTERNAL PELABUHAN TERHADAP KINERJA BONGKAR MUAT PELABUHAN

**Ade Sjafruddin**

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan  
Institut Teknologi Bandung  
Jln. Ganesha 10  
Bandung 40132  
Tlp. +62-22-2534167  
Fax. +62-22-2534167  
ades@si.itb.ac.id

**Febri Zukhruf**

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan  
Institut Teknologi Bandung  
Jln. Ganesha 10  
Bandung 40132  
Tlp. +62-22-2502350  
Fax. +62-22-2512395  
febri.zukhruf@ftsl.itb.ac.id

**Gunawan Wicaksono**

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan  
Institut Teknologi Bandung  
Jln. Ganesha 10  
Bandung 40132  
Tlp. +62-22-2502350  
Fax. +62-22-2512395  
g.wicak@gmail.com

**Ferry Rusgiyanto**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Universitas Jenderal Achmad Yani  
Jln. Ters. Jend. Sudirman PO Box 148  
Cimahi 40531  
Tlp. +62-22-6641743  
Fax. +62-22-6641743  
ferry\_rus@yahoo.com

## Abstract

As archipelagic countries, seaport plays important roles in Indonesian economy. The performances of seaport significantly influence the economic growth as well as product competitiveness. Therefore, the efficiencies in seaport have received more and more attention. The traffic circulation of freight transport in the internal seaport are potentially affects the key performance of seaport. This study shows the relationship between traffic performance with the performance of seaport, which is reflected as the loading and unloading parameter. In which the improvement of traffic performance potentially increase in the loading and unloading performance. The microsimulation based approach is the applied, by taking into account the Seaport of Cigading as case study.

**Keywords:** seaport internaltraffic, microsimulation, loading/unloading, bulk seaport

## Abstrak

Artikel ini berisi kajian terkait pengaruh perbaikan pengelolaan lalulintas terhadap kinerja pelabuhan. Kondisi geografis Indonesia yang terdiri atas berbagai pulau menempatkan pelabuhan sebagai salah satu infrastruktur utama transportasi Indonesia. Oleh karena itu, perbaikan kinerja pelabuhan memiliki arti penting terhadap sistem transportasi Indonesia secara umum, maupun terhadap aspek pertumbuhan ekonomi. Salah satu aspek dalam sistem kepelabuhanan adalah aspek sirkulasi lalulintas internal. Studi ini menunjukkan bahwa perbaikan pengelolaan lalulintas internal memberikan dampak positif dalam peningkatan kinerja pelabuhan secara umum, yang terlihat dari potensi bongkar muat pelabuhan. Model simulasi-mikro yang umum digunakan untuk menganalisis kinerja lalulintas jalan raya digunakan dalam studi ini, dengan mengambil Pelabuhan Cigading sebagai studi kasus.

**Kata-kata kunci:** lalulintas internal pelabuhan, bongkar/muat, simulasi-mikro, pelabuhan curah

## **PENDAHULUAN**

Negara kepulauan yang menjadi karakteristik wilayah Indonesia menempatkan pelabuhan menjadi salah satu infrastruktur utama dalam transportasi. Carana (2004) menempatkan inefisiensi pelabuhan sebagai salah satu faktor utama dalam peningkatan biaya transportasi, yang berdampak langsung kepada keekonomian barang serta daya saing produk dalam negeri (Frazila, et al., 2008; Yamada, et al., 2009; Sjafruddin, et al., 2010; Zukhruf, et al., 2014). Oleh karena itu, peningkatan efisiensi kinerja pelabuhan menjadi salah satu isu penting dalam rangka peningkatan ekonomi dan daya saing negara. Selain produktivitas alat kepelabuhan, sirkulasi lalu lintas internal turut berperan dalam peningkatan efisiensi pelayanan pelabuhan, terutama untuk pelabuhan dengan lalu lintas utama berjenis curah. Penanganan barang berjenis curah, terutama curah kering yang membutuhkan interaksi antarkomponen utilitas pelabuhan, menempatkan kelancaran lalu lintas internal pelabuhan menjadi faktor penting dalam peningkatan kinerja pelayanan pelabuhan secara umum. Sebagai contoh, barang curah yang dibongkar maupun dimuat dari dan ke dalam dermaga umumnya melibatkan truk yang melakukan proses timbang, isi maupun kosong. Pengelolaan sirkulasi lalu lintas serta penempatan lokasi utilitas pelabuhan yang kurang tepat dapat berdampak kepada penurunan kinerja kepelabuhan secara umum.

Studi ini berusaha untuk menggambarkan pengaruh kinerja lalu lintas internal pelabuhan terhadap kinerja pelayanan pelabuhan secara umum. Beberapa studi terdahulu (Nugroho, 2014; Zukhruf, 2010a; Zukhruf, et al., 2010b) menunjukkan peluang penggunaan model simulasi-mikro dalam mengevaluasi skenario perbaikan pada jaringan transportasi. Meskipun pada umumnya studi-studi terdahulu memfokuskan kepada perbaikan kinerja ruas atau simpang, berbeda dengan yang disimulasikan dalam studi ini yang memberikan perhatian kepada perbaikan kinerja pelabuhan secara umum. Untuk menggambarkan aplikasi model simulasi-mikro, artikel ini menggunakan Pelabuhan Cigading sebagai studi kasusnya, yang memiliki karakteristik lalu lintas utama berjenis barang curah kering.

## **SIRKULASI LALULINTAS INTERNAL PELABUHAN**

Studi ini menggunakan perangkat lunak PARAMICS sebagai alat bantu dalam melakukan pemodelan simulasi-mikro. Secara umum, terdapat beberapa bagian utama dalam melakukan pemodelan sirkulasi lalu lintas internal pelabuhan, yang meliputi pemodelan simpang dan ruas, karakteristik kendaraan, serta zona asal/tujuan yang mengkonsiderasikan penempatan utilitas dan lokasi penting kepelabuhan, seperti dermaga, timbangan, serta gudang.

### **Pemodelan Simpang dan Ruas**

Pemodelan simpang digunakan untuk mengatur prioritas arah pergerakan pada suatu simpang, termasuk melakukan pembatasan kendaraan yang akan menggunakan lajur untuk membelok ataupun lurus. Selain itu, akses keluar masuk kendaraan dari bangunan pun direpresentasikan menggunakan fungsi simpang dengan menganggap akses keluar masuk sebagai *dummy intersection*. Sementara itu, pemodelan ruas bertujuan mengatur jumlah lajur pada setiap jalurnya, lebar lajur dan kecepatan rencananya, kecepatan maksimumnya, jarak tanda berhenti, hingga jumlah arah pergerakannya, yaitu satu atau dua arah. Selain itu, untuk memodelkan sepeda motor yang memiliki perilaku lajur yang unik, beberapa modifikasi pada fungsi *lane attributes* juga diperlukan dalam rangka merepresentasikan perilaku pengguna jalan di Indonesia.

### **Pemodelan Karakteristik Kendaraan**

Tahap kedua yang tidak kalah penting adalah mendefinisikan kendaraan yang akan melewati jaringan jalan di daerah studi. Pengaturan ini meliputi dimensi kendaraan, yang mencakup panjang, lebar, dan tinggi, percepatan dan perlambatan kendaraan, hingga faktor perilaku kendaraan, yaitu faktor waktu reaksi, target *headway*, hingga persepsi pengemudi. Data masukan untuk melakukan pengaturan ini diperoleh dari produsen kendaraan maupun studi terdahulu terkait kalibrasi parameter tersebut (Nugroho, 2014).

### **Zonasi serta Estimasi Matriks Asal Tujuan**

Tahap lain yang sangat penting dalam rangka melakukan pemodelan sirkulasi lalu lintas internal pelabuhan adalah melakukan zonasi asal/tujuan yang dilanjutkan kepada proses estimasi matriks asal tujuannya (MAT). Secara umum pergerakan yang melalui jaringan jalan yang ditinjau memiliki 3 karakteristik dasar, yaitu: a) pergerakan yang berasal dari luar kawasan pelabuhan dengan tujuan akhir daerah di luar Pelabuhan Cigading; b) pergerakan yang berasal dari dalam kawasan Pelabuhan Cigading dengan tujuan akhir kawasan di luar Pelabuhan Cigading; dan c) pergerakan internal dalam kawasan Pelabuhan Cigading.

Atas dasar tiga karakteristik itu zonasi yang dilakukan dalam pemodelan harus dapat merepresentasikan ketiga karakteristik pergerakan tersebut. Oleh karena itu, secara garis besar zonasi pada pemodelan dibagi menjadi dua tipe zona utama, yaitu zona di luar kawasan dan zona di dalam kawasan Pelabuhan.

Untuk melakukan estimasi matriks asal/tujuan digunakan data timbangan yang memberikan informasi terkait asal dan tujuan truk yang akan membongkar maupun memuat barang dari dermaga ataupun gudang. Asal dan tujuan yang tercatat pada data timbangan kemudian disesuaikan dengan sistem zona yang telah didefinisikan sebelumnya. Tabel 1 memberikan ilustrasi terkait karakteristik pergerakan yang diturunkan dari data timbangan. Ketersediaan data timbangan dalam kurun waktu satu tahun memberikan pula peluang untuk mendapatkan waktu puncak operasi pelabuhan untuk melakukan estimasi MAT pada kondisi terburuk.

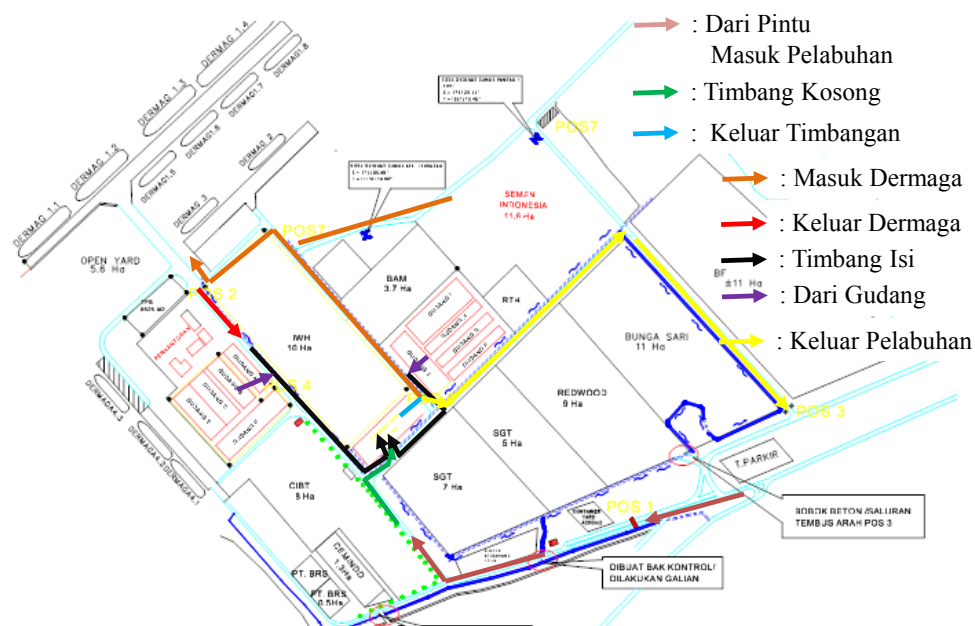
**Tabel 1** Karakteristik Pergerakan Lalulintas Internal Pelabuhan dari Data Timbangan

No.	Alur Pergerakan Utama	Jumlah (%)
1	Kawasan Luar Pelabuhan → Dermaga → Kawasan Luar Pelabuhan	66,1
2	Kawasan Luar Pelabuhan → Gudang F-J	16,8
3	Gudang F-J → Kawasan Luar Pelabuhan	4,5
4	<i>Stock Yard</i> → Kawasan Luar Pelabuhan	4,6
5	Gudang F-J → <i>Stock Yard</i>	4,1
6	Gudang A-E → Kawasan Luar Pelabuhan	2,7
7	Gudang A-E → Gudang F-J	0,2
8	Kawasan Luar Pelabuhan → Gudang A-E	0,3
9	Gudang F-J → Gudang F-J	0,7

## PELABUHAN CIGADING

### Karakteristik Lokasi Studi

Tahapan pemodelan berbasiskan simulasi-mikro kemudian diaplikasikan ke dalam studi kasus Pelabuhan Cigading. Pelabuhan ini melayani volume rata-rata kendaraan barang sekitar 3.000 kendaraan per hari, dengan utilitas penting berupa peralatan bongkar/muat dermaga, area pergudangan, serta lokasi penimbangan. Sirkulasi lalulintas internal Pelabuhan Cigading melibatkan beberapa komponen aktivitas dan pergerakan. Secara tipikal proses ini dimulai dengan masuk kendaraan barang ke wilayah pelabuhan, menuju pusat penimbangan untuk mengetahui berat kosong untuk selanjutnya mengisi muatan di dermaga, kemudian menimbang kembali berat isi sebelum melanjutkan perjalanan keluar pelabuhan. Meskipun demikian, terkait adanya gudang penyimpanan serta karakteristik angkutan barang, terdapat pula pola pergerakan lain pada wilayah ke pelabuhan. Gambaran sirkulasi lalulintas internal Pelabuhan Cigading dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1** Sirkulasi Lalulintas Internal Pelabuhan Cigading

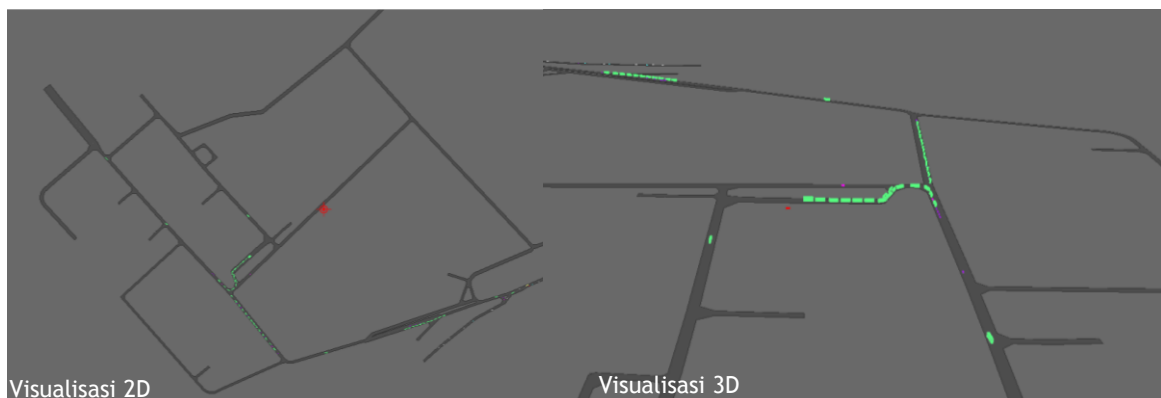
Aktivitas penimbangan yang terpusat pada satu lokasi menyebabkan sirkulasi lalu lintas internal Pelabuhan Cigading belum berjalan secara optimal. Antrian panjang kendaraan pada wilayah pelayanan pelabuhan menjadi salah satu indikator belum optimalnya sirkulasi lalu lintas internal, yang berdampak langsung pada kinerja pelayanan pelabuhan. Bagian lain yang cukup menarik di Pelabuhan Cigading adalah adanya preferensi truk dalam memilih timbangan yang digunakan. Dari hasil pengolahan data timbangan terlihat bahwa dari 4 timbangan yang dimiliki, timbangan nomor dua merupakan timbangan yang paling sering digunakan diikuti dengan timbangan nomor tiga (lihat Tabel 2). Hal lain yang dapat diperoleh adalah karakteristik pengguna, 91,8% menggunakan timbangan yang sama untuk menimbang berat isi dan berat kosong.

**Tabel 2** Penggunaan Timbangan di Pelabuhan Cigading

Nomor Timbangan	Jumlah Penggunaan (%)
1	19,1%
2	42,6%
3	27,1%
4	11,2%
Total	100%

### Pemodelan Sirkulasi Lalu lintas Internal Pelabuhan Cigading

Setelah melakukan langkah-langkah pemodelan yang dijelaskan pada bagian sebelumnya, visualisasi hasil pemodelan simulasi-mikro dapat dilihat pada Gambar 2. Visualisasi ini juga memudahkan dalam proses verifikasi hasil pemodelan dengan kondisi yang ada di lapangan.



**Gambar 2** Visualisasi Hasil Pemodelan Lalu lintas Internal Pelabuhan Cigading

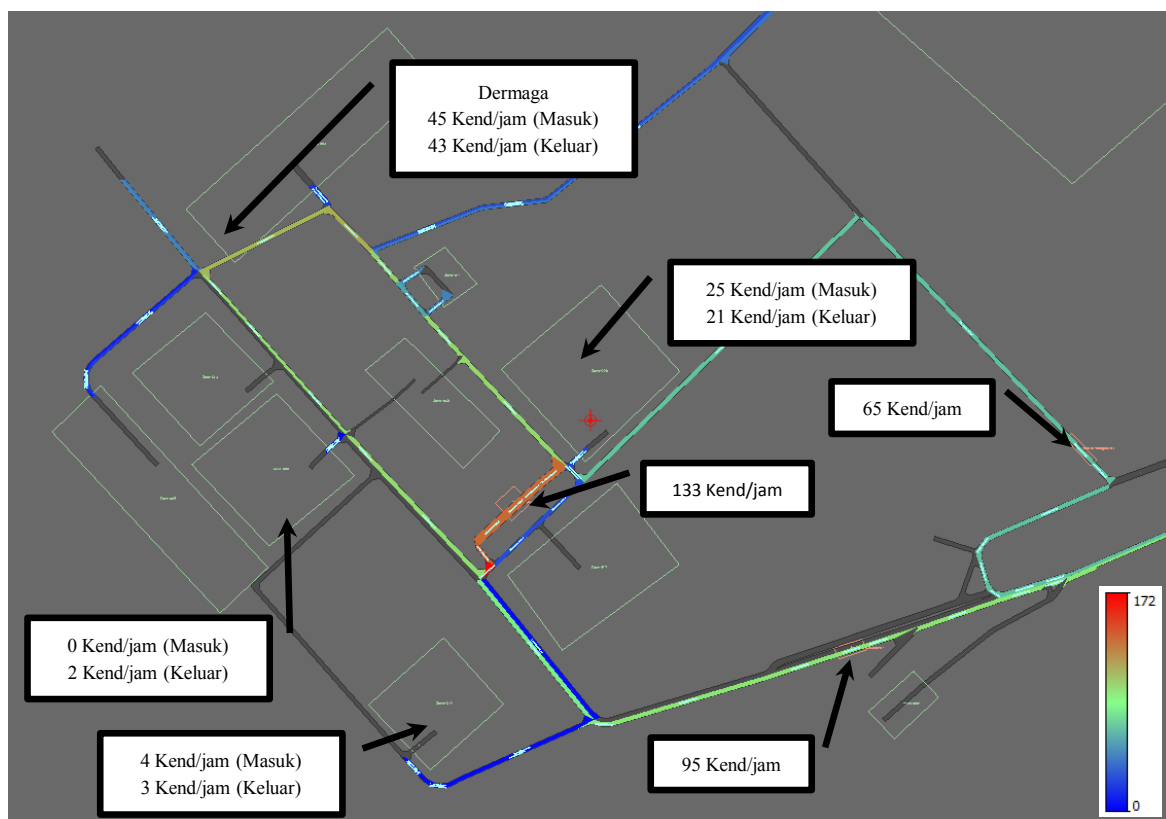
Hal lain yang dilakukan dalam membangun model jaringan jalan dengan perangkat lunak PARAMICS adalah melakukan validasi terhadap arus lalu lintas. Validasi arus lalu lintas dilakukan pada timbangan dengan membandingkan arus yang keluar dari timbangan hasil simulasi dengan data sekunder timbangan. Dari proses iterasi dengan mengubah nilai *stopping time* pada lokasi timbangan, diperoleh kesimpulan bahwa untuk memodelkan waktu pelayanan timbangan sebesar 2,5 menit yang mampu mengeluarkan

arus lalu lintas sebesar 133 truk/jam, distribusi *stopping time* yang menjadi masukan di dalam perangkat lunak adalah (60-80) detik. Selain itu, studi ini turut mengkonsiderasikan preferensi penggunaan timbangan sesuai hasil olahan data timbangan pada Tabel 2.

Dalam rangka memodelkan interaksi antara jam puncak pelayanan dengan jam sesudah dan sebelum jam puncak, pembebanan jaringan jalan dilakukan dengan membagi matriks asal tujuan menjadi 3 matriks utama, yaitu: 1) matriks kondisi jam puncak (133 truk/jam), 2) matriks sebelum jam puncak (127 truk/jam), serta 3) matriks setelah jam puncak (98 truk/jam). Hal lain yang turut dipertimbangkan pada studi ini adalah adanya lalu lintas sebesar 30% yang tidak melewati timbangan akan tetapi menggunakan jaringan jalan di kawasan Pelabuhan Cigading.

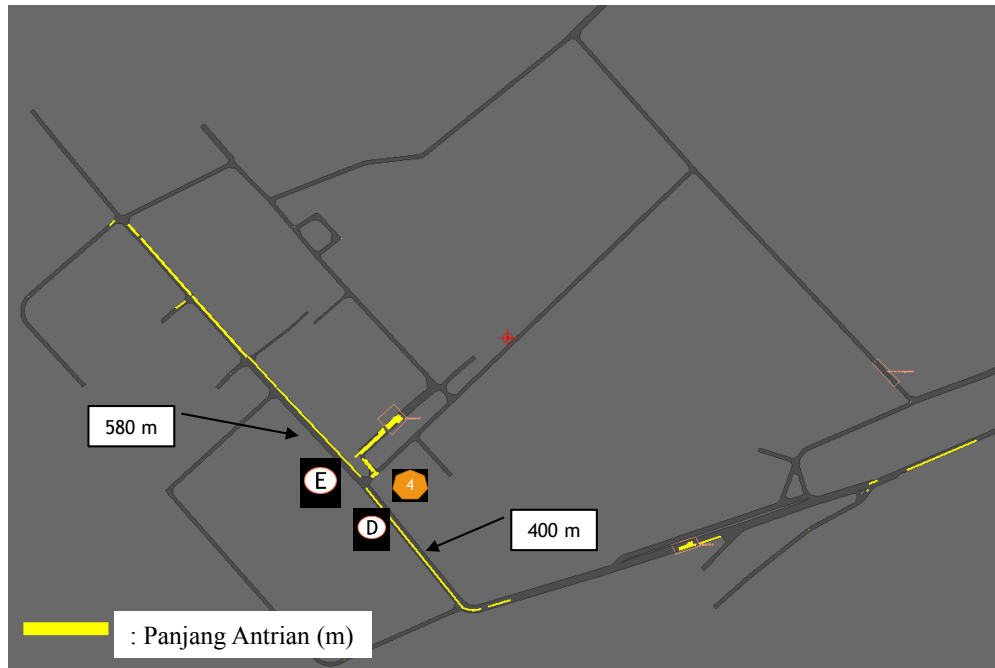
### Hasil Pemodelan Lalu lintas Internal Pelabuhan Cigading

Gambaran arus lalu lintas yang beredar pada jaringan jalan di Kawasan Pelabuhan Cigading dapat dilihat pada Gambar 3. Dari gambar tersebut terlihat bahwa arus yang melewati timbangan secara umum berasal dari luar kawasan Cigading untuk melakukan timbang kosong atau timbang isi serta dari dermaga yang umumnya memuat barang dari kapal ke truk. Selain itu, pada kondisi puncak kinerja pelayanan bongkar/muat yang diindikasikan dengan jumlah truk yang keluar pelabuhan adalah sebesar 1,625 ton/jam, dengan asumsi kapasitas angkut truk adalah 25 ton.



**Gambar 3** Volume Lalu lintas Hasil Pemodelan Berbasis Simulasi-Mikro

Dalam rangka menilai kinerja jaringan jalan internal pelabuhan, parameter yang digunakan adalah panjang antrian. Adanya antrian pada beberapa ruas di Kawasan Pelabuhan Cigading, yang menjadi salah satu isu utama pada studi ini, memberikan indikasi bahwa parameter panjang antrian dan tundaan dapat digunakan sebagai salah satu parameter utama dalam menilai kinerja jaringan jalan. Gambar 4 menunjukkan kondisi panjang antrian pada kondisi saat ini, dengan antrian terpanjang terlihat pada ruas D dan E, yaitu ruas menuju timbangan, dengan panjang antrian maksimum pada ruas D sebesar 580 m dihitung dari simpang menuju timbangan atau Simpang No 4.



**Gambar 4** Panjang Antrian Hasil Pemodelan Berbasis Simulasi-Mikro

## **PENGARUH LALULINTAS TERHADAP BONGKAR MUAT**

Dalam rangka menganalisis pengaruh perbaikan kinerja lalulintas terhadap kinerja bongkar muat, studi ini mensimulasikan beberapa skenario perbaikan dalam rangka meningkatkan kinerja lalulintas. Parameter potensi bongkar/muat pelabuhan pun akan diukur sejalan dengan implementasi skenario yang ada untuk kemudian dilihat pengaruh perbaikan kinerja lalulintas terhadap kinerja bongkar/muat pelabuhan. Adapun skenario perbaikan lalulintas yang disimulasikan dalam studi ini adalah sebagai berikut:

- 1) Skenario 1: Pemindahan Posisi Pintu Masuk Timbangan
- 2) Skenario 2: Pemisahan Lokasi Timbang Isi/Kosong (2 isi dan 2 kosong)
- 3) Skenario 3: Pemisahan Lokasi Timbang Isi/Kosong (3 isi dan 3 kosong)
- 4) Skenario 4: Penambahan Timbangan Isi di Dekat Pintu Keluar Dermaga
- 5) Skenario 5: Penambahan Timbangan di Gudang

**Tabel 3** Penggunaan Timbangan di Pelabuhan Cigading

Keterangan		Kinerja	
		Panjang Antrian Maksimum (m) <sup>1)</sup>	Potensi Bongkar/Muat (ton/hari) <sup>2)</sup>
I	Eksisting	480	32500
II	Skenario		
1	Pemindahan Pintu Timbangan	390	34500
2	Penambahan Timbangan Isi Setelah Dermaga	60	35000
3	Pemisahan Timbangan Isi dan Kosong pada Lokasi Eksisting (2 isi dan 2 kosong)	10	35500
4	Pemisahan Timbangan Isi dan Kosong pada Lokasi Eksisting (3 isi dan 3 kosong)	0	35500
5	Penambahan Timbangan di Gudang	0	36500

Keterangan:

<sup>1)</sup> Panjang antrian maksimum yang terjadi di kawasan Pelabuhan Cigading

<sup>2)</sup> Asumsi daya angkut truk 25 ton/jam dengan waktu operasi 20 jam/hari

Tabel 3 menunjukkan hasil simulasi lalulintas terhadap beberapa skenario pengelolaan lalulintas. Pada Tabel 3 terlihat ada hubungan yang erat antara perbaikan kinerja lalulintas terhadap potensi bongkar/muat pelabuhan secara umum. Pemindahan pintu masuk timbangan yang berdampak kepada kemudahan dalam mengakses timbangan berperan dalam menurunkan panjang antrian yang kemudian akan berpengaruh pada peningkatan potensi bongkar muat.

Kondisi yang sama terjadi ketika dilakukan pemisahan timbangan isi dan timbangan kosong. Asumsi yang digunakan dalam skenario ini adalah preferensi truk terhadap timbangan sudah tidak ada, sehingga pemilihan timbangan hanya didasarkan pada ketersediaan timbangan. Pemisahan timbangan isi dan kosong ini secara signifikan dapat meningkatkan potensi bongkar/muat pelabuhan serta menurunkan panjang antrian. Tabel 3 pun menggambarkan perbedaan yang tidak besar antara pemisahan 2 timbangan isi/kosong maupun 3 timbangan isi/kosong. Kondisi ini memperlihatkan bahwa pengaturan preferensi truk terhadap timbangan berperan lebih besar dibandingkan penambahan jumlah timbangan di lokasi eksisting.

Sementara itu, penambahan satu timbangan baru untuk melayani timbang isi dari dermaga turut memperbaiki kinerja lalulintas dan potensi bongkar muatnya. Meskipun skenario ini memiliki potensi masalah ketika volume lalulintas meningkat yang berdampak pada tertutupnya akses keluar dari dermaga akibat antrian menuju timbangan isi. Skenario terbaik ditunjukkan oleh penambahan timbangan di gudang, yang mampu meningkatkan potensi bongkar/muat menjadi 36.500 ton per hari serta menurunkan panjang antrian secara signifikan. Strategi memecah konflik pergerakan yang awalnya terpusat pada satu titik di lokasi timbangan melalui penambahan timbangan di gudang, menjadi alasan utama peningkatan potensi bongkar muat ini.

Secara sederhana dapat dinyatakan bahwa kemudahan dalam mengakses utilitas penting pelabuhan dengan mengurangi konflik pergerakan, yang digambarkan oleh penurunan panjang antrian, berperan secara signifikan pada peningkatan potensi bongkar/muat pelabuhan.



## KESIMPULAN

Studi ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perbaikan kinerja lalu lintas terhadap kinerja bongkar/muat pelabuhan. Model simulasi-mikro digunakan untuk menggambarkan karakteristik pergerakan di kawasan pelabuhan termasuk menilai kinerja lalu lintasnya. Pelabuhan Cigading digunakan sebagai studi kasus untuk memitigasi penerapan model simulasi-mikro untuk menganalisis pengaruh perbaikan kinerja lalu lintas terhadap kinerja pelabuhan secara umum.

Beberapa skenario untuk memperbaiki kondisi lalu lintas internal pelabuhan disimulasikan pada studi ini. Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan kinerja lalu lintas berperan secara signifikan terhadap potensi bongkar/muat pelabuhan secara umum, yang terlihat dari peningkatan potensi bongkar muat hingga 4.000 ton/hari setelah diterapkannya skenario perbaikan pengelolaan lalu lintas. Kemudahan dalam mengakses fungsi utilitas penting pelabuhan, yaitu dermaga, timbangan, dan gudang, berdampak langsung pada peningkatan potensi bongkar/muat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan dan apresiasi yang sebesar-besarnya kami sampaikan kepada PT Krakatau Bandar Samudera atas dukungan dana dan data dalam melakukan studi ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Carana Corporation. 2004. *Impact of Transport and Logistics on Indonesia's Trade Competitiveness, Report for the Trade Enhancement for the Services Sector (TESS)*. Project of USAID. Arlington.
- Frazila, R.B., Yamada, T., Castro, J., and Yasukawa, H. 2008. *Optimising The Design of Multimodal Freight Transport Network in Indonesia*. Journal of EASTS, 6: 2894-2907.
- Nugroho, T.S. 2014. *Evaluasi Pengaturan Tingkat Kedatangan Truk Menuju Terminal Peti Kemas pada Jaringan Jalan Pelabuhan dengan Microsimulation: Studi Kasus Terminal Peti Kemas Jakarta International Container Terminal*. Tesis tidak diterbitkan. Bandung: Program Magister Rekayasa Transportasi, Institut Teknologi Bandung.
- Sjafruddin A., Lubis HAS., Frazila R.B., and Dharmowijoyo, D. 2010. *Policy Evaluation of Multimodal Transportation Network, The Case of Inter Island Freight Transportation in Indonesia*. Asian Transport Studies (ATS). Journal of Eastern Asia Society for Transportation Studies (EASTS), 1 (1): 18-32.

- Yamada T., Russ, B. F., Castro, J., and Taniguchi, E. 2009. *Designing Multimodal Freight Transport Networks: A Heuristic Approach and Applications*. Transportation Science, 43 (2): 129-143.
- Zukhruf, F. 2010a. *Kajian Simpang Bersinyal dalam Kondisi Arus Jenuh dengan Proporsi Arus Sepeda Motor Tinggi Menggunakan Model Microsimulation*. Tesis tidak diterbitkan. Bandung: Program Magister Rekayasa Transportasi, Institut Teknologi Bandung.
- Zukhruf, F., Frazila, R.B., dan Wibowo, S.S. 2010b. *Efektivitas Jalur Sepeda Motor pada Jalan Perkotaan dengan Menggunakan Model Simulasi-Mikro*. Jurnal Forum Studi Transportasi Antar-Perguruan Tinggi, 10 (1): 23-32.
- Zukhruf, F., Yamada, T., and Taniguchi, E. 2014. *Designing Cocoa Transport Networks using A Supply Chain Network Equilibrium Model with The Behaviour of Freight Carriers*. Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management), 70 (5): I\_709-I\_722.